

22.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日
Date of Application:

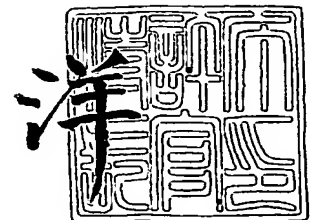
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 5 5 3 9 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 3 5 5 3 9 9]

出 願 人 日 亜 化 学 工 業 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

2 0 0 5 年 1 月 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 4 - 3 1 1 9 7 2 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 12003135
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明者】
 【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0 日亜化学工業株式会社
 内
 【氏名】 村山 隆史
【特許出願人】
 【識別番号】 000226057
 【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社
 【代表者】 小川 英治
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 010526
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

発熱体が熱的に接続される第 1 の面を有する第 1 の板状部材と、該第 1 の板状部材の第 2 の面と接続される第 2 の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第 1 の板状部材の第 2 の面には凹凸を有することを特徴とするヒートシンク。

【請求項 2】

前記凹凸は、発熱体の接続領域に対向した第 2 の面に有することを特徴とする請求項 1 に記載のヒートシンク。

【請求項 3】

前記凹凸は、段差が $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のヒートシンク。

【請求項 4】

発熱体が熱的に接続される第 1 の面を有する第 1 の板状部材と、該第 1 の板状部材の第 2 の面と接続される第 2 の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、

前記第 1 の板状部材は、第 1 の面における発熱体の接触面積 (a) に対して、発熱体の接触領域に対向した第 2 の面における表面積 (b) が大きいことを特徴とするヒートシンク。

【請求項 5】

前記第 1 の面における発熱体の接触面積 (a) と、第 2 の面における発熱体の接触領域に対向した第 2 の面における表面積 (b) との比が、 $0.2 \leq (a/b) < 1$ であることを特徴とする請求項 4 に記載のヒートシンク。

【請求項 6】

前記第 1 の板状部材における第 1 の面と前記発熱体とは共晶材料を介して接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のヒートシンク。

【請求項 7】

前記第 1 の板状部材における第 2 の面と前記第 2 の板状部材とは共晶材料を介して接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のヒートシンク。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のヒートシンクと、半導体から成る発熱体とを備えたことを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】

前記発熱体は、前記第 1 の板状部材における第 1 の面上に 1 以上が実装されて成ることを特徴とする請求項 8 に記載の半導体装置。

【請求項 10】

前記発熱体が半導体発光素子であることを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の発光装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】ヒートシンク及びヒートシンクを備えた半導体装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光素子や半導体受光素子、又は半導体デバイス等の発熱体の放熱に用いられるヒートシンク、並びにこれを備えた半導体装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

上記半導体デバイス等の発熱体の放熱に用いられるヒートシンクにおける一般的な冷却手段としては、受動的冷却手段と能動的冷却手段とに分けることができる。例えば、前者は熱容量の大きなヒートシンクを用いることで発熱体の放熱を行うものであり、後者は発熱体を実装するヒートシンク内に冷却水を流して熱を奪い取るといった手段である。近年、更なる高出力化や高輝度化等が要求される半導体装置においては、効率よく冷却ができる能動的冷却手段の採用が好まれている。

【0003】

前記受動的冷却手段を用いた半導体装置として、例えば赤外帯域の半導体レーザアレイで1～数十ワット(W)もの光出力が得られている。ここで、半導体レーザアレイとは、単一半導体結晶上に複数の共振器が配列されたアレイ、もしくは分離された複数の半導体結晶上にそれぞれ共振器が配列されたアレイのことを示す。

【0004】

また前記半導体レーザアレイをスタック構造とすることによって、数十～数キロワット(W)もの光出力が得られている。このようなスタック構造をした半導体装置に用いられている冷却手段が能動的冷却手段である。例えば、ヒートシンク内に水路を設け、半導体レーザアレイの直下を冷却する技術が提案されている。水路内において、加圧された流体が発熱体の直下に吹き付けられるように水路を細めた複数の微細孔が設けられている。この微細孔から流体を勢いよく半導体レーザアレイの直下に吹き付けることで、熱伝達効率を向上させる(特許文献1)。

【0005】

前記半導体装置の構造は、半導体レーザ等の発熱体の放熱面に対し、流体がほぼ直角に当たるように水路が設計されている。

【0006】

【特許文献1】特開平8-139479号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

前記能動的冷却方式の一例として示した半導体レーザ等の発熱体の放熱面に対して、流体(冷却媒体)がほぼ直角に当たるように水路が設計される半導体装置の特徴は、ヒートシンク内部の壁面における摩擦抵抗を限りなく小さくするために機能する設計にある。すなわち、流体(冷却媒体)と放熱面とが接する部位には、摩擦抵抗を引き起こす一種の皮膜が形成されており、該皮膜を皮膜面に対して垂直な方向から冷却水を勢い良く吹き付けることにより皮膜を破壊して、冷却効率を効率良く向上するものである。

【0008】

LEDや面発光レーザ等の面発光装置であったり、半導体デバイス等は、マトリクス状に実装することによりその機能を発揮するものである。しかしながら、前記構造をした半導体装置ではヒートシンクにおける発熱体の直下の放熱面に垂直な方向から流体(冷却媒体)が吹き付けられる部位は限られており、このような部位を多数形成するためには水路が複雑化するため、高密度な実装が妨げられてしまうという問題があった。

【0009】

そこで本発明は、上記問題に鑑み、十分な冷却機能を有するヒートシンク、及びこのようなヒートシンクを備えた半導体装置を提供することを目的とする。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

【0010】

また本発明は、放熱面と流体（冷却媒体）の流れる方向とが平行な位置関係にある場合、及び／又は流体（冷却媒体）の流れる方向と平行な面上に発熱体を1以上実装してある場合においても十分な冷却機能を有するヒートシンク、及びこのようなヒートシンクを備えた半導体装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明のヒートシンクは、発熱体が熱的に接続される第1の面を有する第1の板状部材と、該第1の板状部材の第2の面と接続される第2の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材の第2の面には凹凸を有する。

【0012】

前記第1の板状部材における第2の面に凹凸を有することで、同一領域での流体が流れる表面積を大きくすることができる。また流体は、段差がある面を進行するため直線的に進行するのみならず、進行方向や進行速度を変化させながら進むことになる。そのため発熱体からの熱を効率よく冷却することができる。またヒートシンクの薄型化や小型化を優先するために供給口の径を小さくした場合であっても十分な冷却機能を有する。

【0013】

ここで、前記第1の板状部材が、発熱体と接続しているとは、直接的に接しているものに限定されず、熱的に接続していればよい。つまり、第1の板状部材と発熱体との間には熱輸送経路が形成されていればよく、例えば共晶材料を一層又は多層で介している構成としても構わない。

また、前記流体とは、冷却媒体であって、純水や低融点液体等である。

【0014】

また、本発明のヒートシンクにおいて、前記凹凸は、発熱体の接続領域に対向した第2の面に有する。これにより、流体と接する放熱面積を2倍以上に広げ、第2の面における熱密度（熱流の密度）を下げることで効率よく冷却することが出来る。

【0015】

また、本発明のヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材の、第2の面に形成される凹凸は、段差が $10\mu\text{m}$ 以上 $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。凹凸構造は、板状部材に水路を形成すると同時にケミカルエッチング等によって形成するが、加工精度の都合上 $10\mu\text{m}$ 以上とするのが好ましい。また、エッチングによって削り出した量が流体の流量を決めるため、上記範囲が $500\mu\text{m}$ より高ければ、実質的に冷却に寄与しない流体が存在することになり、しかも過剰な流体を循環させるために、圧力が必要以上に上がってしまい、効率的ではない。そのため、前記段差は $500\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0016】

前記凹凸の段差は $100\mu\text{m}$ 以上 $300\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。該範囲で段差を形成することにより、更に効率よくヒートシンクを冷却することが出来る。

【0017】

また、本発明のヒートシンクは、発熱体が熱的に接続される第1の面を有する第1の板状部材と、該第1の板状部材の第2の面と接続される第2の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材は、第1の面における発熱体の接触面積（a）に対して、発熱体の接触領域に対向した第2の面における表面積（b）が大きいことを特徴とする。本件発明者は、放熱面から放熱される熱輸送において、発熱体からの熱はヒートシンク内を厚さ方向に 45° の角度で広がりながら第1の板状部材における第2の面まで伝わる温度分布を確認している。そこで、高密度実装した半導体装置において、上記構成のように放熱面を確保することで、許容される投入電力量を格段に上げることが出来る。ここで、投入電力量とは、具体的には熱密度 $2\text{W}/\text{mm}^2$ 以上である。高密度実装

とは、発熱体同士の間隔を発熱体の幅より狭くした実装形態であって、該発熱体の数量は3個以上とする。

【0018】

また、本発明のヒートシンクにおける前記第1の面における発熱体の接触面積(a)と、第2の面における発熱体の接触領域に対向した第2の面における表面積(b)との比が、 $0.2 \leq (a/b) < 1$ であることが好ましい。更に好ましくは、上記範囲は $0.2 \leq (a/b) < 0.5$ とする。

第2の面における表面積(b)が、第1の面における発熱体の接触面積(a)の5倍より大きくすると、かなりの加工精度が要求されることになる。しかしながら、上記範囲であれば、冷却効率をより向上することができる。

【0019】

また、本発明のヒートシンクにおける前記第1の板状部材における第1の面と前記発熱体とは共晶材料を介して接続されている。これにより、発熱体に熱的ダメージを与えない低温で発熱体と板状部材とを張り合わせることが可能になった。また板状部材に対する微細加工を容易に保持することができ、熱変形を抑制するばかりでなく薄型化を容易に実現でき、熱抵抗を低減できる。

【0020】

また、本発明のヒートシンクにおける前記第1の板状部材における第2の面と前記第2の板状部材とは共晶材料を介して接続されている。各板状部材を張り合わせる接着部材として共晶材料を使用することを特徴とし、板状部材を比較的低温で張り合わせることが可能になった。板状部材に対する微細加工を容易に保持することができ、薄型化を容易に実現でき、熱抵抗を低下することができる。

【0021】

また本発明の半導体装置は、前記ヒートシンクと、半導体から成る発熱体とを備えたことを特徴とする半導体装置である。このようなヒートシンクを用いることで発熱体の素子特性の熱劣化を防ぐことが可能となり、信頼性に優れた半導体装置を提供することができる。

【0022】

本発明の半導体装置は、前記第1の板状部材における第1の面上に1以上が実装されて成ることを特徴とする。

前記第1の板状部材の第2の面上に形成された凹凸によって、該第2の面における熱密度が低下する。そのため、発熱体の自己発熱による光出力の低下を抑制することが可能となり、複数の発熱体を高密度実装することができる。

【0023】

また、本発明発光装置において、前記発熱体が半導体発光素子であることを特徴とする。半導体発光素子は熱特性が敏感であるため熱による劣化が著しい。特に半導体レーザ(LD)やLEDは発熱量が大きい。しかしながら、本発明のヒートシンクを搭載することで高密度実装かつ高出力化が実現できる。また、半導体発光素子の中でも窒化物半導体発光素子は発熱量が多いため、本発明のヒートシンクを搭載することは特に有効である。

【0024】

また、本発明のヒートシンクは、前記板状部材を各々張り合わせる工程において、一方の板状部材の表面側に接着部材を形成し、他方の板状部材の張り合わせ面側に金属膜を形成した後、張り合わせることができる。接着部材のみならず金属膜を形成することによって接着部材の濡れ性を高め、板状部材同志の密着性を高めることによって冷却材の漏れ問題等の信頼性をさらに高めることができる。

【0025】

また、本発明のヒートシンクは、前記共晶材料がAuSn、AuSi、SnAgBi、SnAgCu、SnAgBiCu、SnCu、SnBi、PbSn、Inからなる群から選択される少なくとも1種を含む接着材料であることを特徴とする。濡れ性・密着性の観点からこれらの接着材料が好適である。本発明のヒートシンクの製造方法としては、前記

共晶材料の張り合わせ温度が500℃以下とする。この温度範囲でヒートシンクを製造することにより著しく熱変形が改善される。

【発明の効果】

【0026】

本発明の構成により、ヒートシンクに窒化物半導体から成るLEDを10個以上で高密度実装することを可能とし、更にはCW駆動で連続発光するワット光源が得られた。また、本発明のヒートシンクに高出力面発光半導体レーザを1以上実装することにより、熱量の大きな窒化物半導体レーザであっても、CW駆動で連続発振する小型なワット光源が得られる。また本発明のヒートシンクであれば、半導体発光素子を1以上実装したワット光源を配列することも可能となり、さらに高出力な光源を得ることができる。

【0027】

本発明のヒートシンクは、面発光半導体レーザおよび高輝度LEDなどで特に有効であるが、発熱を伴うあらゆる半導体デバイスに対し適用できるヒートシンクとして用いることもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面に基づいて、本発明を実施するための形態を説明する。図2は本発明のヒートシンク110を示す模式的斜視図である。第1の板状部材2と第2の板状部材3とを張り合わせて形成されるヒートシンクであって、前記部材上には発熱体10を備えている。前記発熱体10は、複数の発熱体同士の間隔11を制限した高密度実装とすることもできる。

【0029】

図3は本発明のヒートシンク110を示す模式的断面図である。発熱体1を第1の板状部材2上に形成している。該第1の板状部材2と第2の板状部材3との間には流路を形成している。第2の板状部材3には流体の供給口と排出口とを備えている。発熱体1は金属部材5とワイヤーで接続されている。また第1の板状部材2と金属部材5との間には絶縁部材4を介している。そのため、電気的接続経路としては、発熱体1を介して第1の板状部材2と金属部材5とが接続されている。また金属部材5上にはキャップ溶接部材6、キャップ7が形成されている。

【0030】

板状部材は熱伝導性のよい部材とすることが好ましい。ここで板状部材として好ましくは、銅(Cu)を母材とした銅系薄板材料である。最も好ましくは無酸素銅である。

【0031】

本発明で用いる第1の板状部材2には、第1の面と第2の面とを有し、該第2の面には凹凸2aを形成している(図1)。該凹凸2aのパターン形状は、縞状、矩形状、ストライプ形状、格子形状等である。前記第1の板状部材の、第2の面に形成される凹凸は、段差が好ましくは10μm以上500μm以下、より好ましくは100μm以上300μm以下である。

【0032】

また、本発明のヒートシンクにおける前記第1の面における発熱体の接触面積(a)と、第2の面における発熱体の接触領域に対向した第2の面における表面積(b)との比を、好ましくは $0.2 \leq (a/b) < 1$ 、更に好ましくは、 $0.2 \leq (a/b) < 0.5$ とする。この条件を満たすヒートシンクとするためには、前記第1の板状部材の第2の面に前記凹凸2aを形成する。また発熱体1のチップサイズは $\square 100\mu\text{m} \sim \square 10\text{mm}$ 程度であって、該発熱体1が複数個形成された第1の面に対向した第2の面には前記凹凸が形成されている。第2の面に形成される凹部及び／又は凸部のサイズは幅を10μm以上1000μm以下とする。

【0033】

図5に示すように、第2の板状部材3には流体を供給するための供給口及び流体を排出するための排出口が形成されている。この供給口から導入された流体は第1の板状部材2

の第2の面を流れる(図4)。更には第1の板状部材2の排出口から排出される(図5)。板状部材に形成される水路形状は図4、図5の形状に限定されるものではない。

【0034】

ヒートシンク110を構成する板状部材同士は、共晶材料にて貼り合わせる。一方の板状部材の表面側に共晶材料を形成し、他方の板状部材の貼り合わせ面側に金属膜を形成する構成とすることもできる。つまり、板状部材の共晶材料と接する面に、金属膜が形成されてなる。共晶材料としては、 $AuSn$ 、 $AuSi$ 、 $SnAgBi$ 、 $SnAgCu$ 、 $SnAgBiCu$ 、 $SnCu$ 、 $SnBi$ 、 $PbSn$ 、 In からなる群から選択される少なくとも1種を含む接着材料である。金属膜は接着部材との関係で濡れ性が良好なものが好ましい。具体的には $AuSn$ 、金属膜として Au 、もしくは Au を含む積層体、との組み合わせが最適である。

【0035】

また、本発明のヒートシンク110は、発熱体1を2以上であって、アレイ状に実装することができる。本発明のヒートシンク110を用いることにより、発熱体を複数実装されても十分な放熱と、冷却材などの流れ込みや、それによる板状部材のはがれ等を抑制することができる。またヒートシンク110の同一面上に形成されるアレイ状の発熱体は電氣的に並列、及び/又は直列に接続されていてもよい。

【0036】

さらに、発熱体は第1導電型層と第2導電型層とを有し、第1導電型がn型の場合、第2導電型はp型となる。またこの逆でもよい。そして、第1の導電型層が実装されたヒートシンク110と、第2導電型層がヒートシンク110上の金属部材と、電氣的に接続されてなる。

【0037】

本発明における窒化物半導体素子としては、全部を窒化物半導体で構成することもでき、部分的に窒化物半導体以外の材料で構成することもできる。窒化物半導体としては、 GaN 、 AlN 、 InN 、あるいはこれらの混晶である $In_xAl_yGa_{1-x-y}N$ ($0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y \leq 1$) からなる半導体を用いることができ、またこれに加えて、II族元素としてBを用いることもでき、V族元素としてNの一部をP、Asで置換することもできる。前記窒化物半導体を積層した窒化物半導体層には活性層を有し、該活性層は単一(SQW)又は多重量子井戸構造(MQW)とする。

【0038】

前記窒化物半導体の成長方法としては、特に限定されないが、MOVPE(有機金属気相成長法)、MOCVD(有機金属化学気相成長法)、HVPE(ハイドライド気相成長法)、MBE(分子線エピタキシー法)など、窒化物半導体の成長方法として知られている全ての方法を好適に用いることができる。特に、MOCVDは結晶性良く成長させることができるので好ましい。

【0039】

窒化物半導体層の電極形成面を光取り出し面とする構成、その他には、窒化物半導体層を積層した基板側を光取り出し面とすることもできる。窒化物半導体素子の電極を形成した面を除いて保護膜を形成しており、ワイヤーではなく、外部電極等と接続させるためのメタライズ層(バンプ)を形成させたフェイスダウン構造とすることもできる。基板側を光取り出し面とすることで光取り出し効率が向上する。

【0040】

本発明における窒化物半導体素子は、支持基板上に導電層、p電極を介してp型窒化物半導体層、活性層、n型窒化物半導体層を有し、その上にn電極を形成した構成とすることもできる。該窒化物半導体素子はp電極とn電極が窒化物半導体層を挟んで向かい合う対向電極構造とするものである。この場合には、前記窒化物半導体素子は、n電極側が光取り出し面となる。窒化物半導体(特にGaN系半導体)はn型層の抵抗が低いため、n電極のサイズを小さくできる。光の取り出し効率の向上はn電極を小さくすることで光を遮る領域を低減できるからである。

【 0 0 4 1 】

【00041】
更にはチップ化した発熱体である窒化物半導体素子の表面に蛍光体を樹脂と混合させて形成することで、高出力の白色発光素子を得ることが出来る。前記蛍光体の一例を以下に示す。緑色系発光蛍光体としては、 $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{SiO}_5:\text{Ce}$ 、 Tb 、 $\text{MgAl}_{11}\text{O}_{19}:\text{Ce}$ 、 Tb 、 $\text{Sr}_7\text{Al}_{12}\text{O}_{25}:\text{Eu}$ 、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})$ のうち少なくとも1以上) $\text{Ga}_2\text{S}_4:\text{Eu}$ がある。また、青色系発光蛍光体としては $\text{Sr}_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{SrCaBa})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{BaCa})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})$ のうち少なくとも1以上) $2\text{B}_5\text{O}_9\text{Cl}:\text{Eu}$ 、 Mn 、 $(\text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba})$ のうち少なくとも1以上) $(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}$ 、 Mn がある。さらに、赤色系発光蛍光体としては $\text{Y}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$ 、 $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S}:\text{Eu}$ がある。特にYAGを含有させることで、白色光を発光することができ、照明用光源など用途も格段に広がる。YAGは、 $(\text{Y}_{1-x}\text{Gd}_x)_3(\text{Al}_{1-y}\text{Ga}_y)_5\text{O}_{12}:\text{R}$ (Rは、 Ce 、 Tb 、 Pr 、 Sm 、 Eu 、 Dy 、 Ho から選ばれる少なくとも1以上である。 $0 < \text{R} < 0.5$ である。)の。本実施の形態において、赤味を帯びた光を発光する蛍光体として、特に窒化物系蛍光体を使用するが、本発明においては、上述したYAG系蛍光体と赤色系の光を発光可能な蛍光体とを備える発光装置とすることも可能である。このような赤色系の光を発光可能な蛍光体は、波長が400～600 nmの光によって励起されて発光する蛍光体である。このようにYAG系蛍光体とともに赤色系の光を発光可能な蛍光体を使用することにより発光装置の演色性を向上させることが可能である。以上のような蛍光体を選択することによって、種々の発光波長を持った光取り出し効率の高い発光素子を得ることができる。

【 0 0 4 2 】

【0042】
また、本発明の半導体装置は、該装置に備えられたヒートシンク110が、外側表面に設けられた供給口及び／または排出口を流体が流路を通り、ヒートシンク110内部を冷却材が流れる構造となっており、発熱体から発生する熱を冷却剤によってヒートシンク110から好適に放熱する機能を有する（図6）。ヒートシンク110は2以上の板状部材を貼り合わせて形成された積層板状部材であり、濡れ性のよい金属膜などを設けて強固に接着されているのでヒートシンク110内部で冷却水が漏れるということはない。

また、本発明の発熱体を半導体発光素子であって、しかも半導体レーザとすれば、500 nm以下の短波長領域においてレーザ発振する高出力のレーザ光源装置を得ることが可能となる。

能となる。
また本実施の形態では、発光ダイオードや受光素子等にも適用可能であることは言うまでもない。

【0 0 4 3】

【0043】
本発明の実施形態により構成される半導体装置の一例としては、LED光源のユニットモジュール光源装置がある（図6）。該光源装置の外形は、ヒートシンクとそれを固定する固定治具と螺子とから形成される。また、ヒートシンクと固定治具との間には、ヒートシンクの供給口及び排出口と、固定治具の供給口及び排出口とを水漏れなく連結させるための部材を用いても良い。この部材は、例えば樹脂であってもよく金属であってもよい。また、前記LED光源のユニットモジュール光源装置の外観は4角形でもよく、また図7に示すように3角形でも良い。なお、前記電源からの電力供給配線は省略している。

【0044】

【0044】
また、前記構成から成るLED光源のユニットモジュール光源装置を配列させて、超高出力化モジュール光源装置を構成することが出来る。図8には超高出力化モジュール光源装置を示す。例えば、前記LED光源のユニットモジュール光源装置の外観が4角形の場合は、光源装置をアレイ状もしくはマトリクス状に配列させることにより、更なる高出力光源を構成することが出来る。また前記LED光源のユニットモジュール光源装置の外観が3角形の場合は、図9に示すように、円形状に配列することにより、小面積でありながら更なる高出力化を図った光源を構成することが出来る。

更なる高出力化を図った光源を構成することが出来る。
 なお、超高出力化モジュール光源装置は、それを構成するユニットモジュール光源装置

間の供給口及び排出口とを水漏れなく連結させるための部材を用いても良い。この部材は、例えば樹脂や金属である。これにより、アレイ状またはマトリクス状または円形状に配列されてなる水路の直列結合において、高い水圧が必要になった場合であったとしても水漏れを防ぐことが可能となる。

【0045】

[実施例]

以下に本発明の実施例を示すが、本発明は当然これに限定されるものではない。

厚みで200 μ mの無酸素銅からなる第1の板状部材及び第2の板状部材を、図4、図5に示すように加工を施す。第1の板状部材には螺子穴を四方に形成し、発熱体を形成する第1の面に対向した第2の面には凹凸加工をしている(図4)。第2の板状部材にも螺子穴を四方に形成し、また流体を導入する供給口と排出口を形成する(図5)。これらの部材の形成面には、Au層、及び/又はAuSn層を形成する。その後、N₂ガス雰囲気中にて300℃~400℃の熱処理を施し貼り合わせて積層板状部材を形成する。

この積層板状部材には発熱体をAuSn等の接着部材を使用して実装する。このとき、銅薄板に施すAuSnの共晶温度に比べ、発熱体を実装する際に用いるAuSnの共晶温度が低くなるよう、AuSn重量比を制御しておくことで、発熱体がヒートシンク110から剥離することを抑制できる。

このような発熱体を形成したヒートシンク110は、水冷冶具に実装して流体として例えば純水等を循環させてもヒートシンク110から流体が漏れることはない。

【0046】

[実施例1]

ケミカルエッチング等により前記第1の板状部材の第2の面には、凹凸構造を施して積層板状部材を形成してなるヒートシンクにおいて、該ヒートシンク上に \square 1mmの窒化物半導体から成るLED素子を21個実装し、開口径で8mm程度のLED光源を試作した。前記凹凸は凹部の幅200 μ m、深さ200 μ mであって、凸部の幅を800 μ mである。このLED光源を構成する21素子中の平均的な1素子のI-L特性と、従来受動的冷却手段により得られる1素子のIL特性を調べたところ、図10に示すように、○点で示す受動的冷却手段では0.3A~0.5Aからリニアリティが崩れる。これに対して、本実施例である能動的冷却手段においては、実線で示すようにLED素子が21個実装された半導体装置であっても0.5A以上にも及ぶリニアリティがとれていることが確認できた。また、図11に示すように、該 \square 1mmのLED素子を21個実装した半導体装置から5Wattを超える光出力が得られた。素子間隔が200 μ m程度であって熱干渉を考慮したとしても、このような高密度実装でありながらリニアリティが良好な高輝度LED光源が得られた。

【0047】

[実施例2]

本発明のヒートシンクに、前記LED素子を21個実装してなる半導体装置において、流体として循環冷却媒体である純水(温度25℃、流量0.4L/minの条件)を循環させて定電流駆動させた。その結果を図12、13に示す。

前記半導体装置は、純水(温度25℃、流量0.4L/minの条件)を循環させ、電流10.5A(1素子当たりの投入電流は0.5A)で定電流駆動させた(図12)。比較例となる受動的冷却方法では、点線で示すように1素子に0.5A投入した場合には、100時間経過後には出力が約10%低下することが推測されるが、本発明の能動的冷却手段を用いたヒートシンクに実装させた場合、発熱体であるLED素子の間隔が200 μ mと高密度実装でありながらも100時間後の劣化はほとんど観測できなかった。このときの熱密度は約2Watt/mm²であるが、3Wattを超える光出力が得られた。

【0048】

[実施例3]

また、本発明のヒートシンクにLED素子を21個実装してなる半導体装置において、純水(温度25℃、流量0.4L/minの条件)を循環させ、電流20A(1素子当たりの投入

入電流は0.95A)で定電流駆動させた(図13)。受動的冷却方法では、1素子に1A投入した場合、10時間経過後には出力が約15%低下することが推測されるが、本発明の能動的冷却手段を用いたヒートシンクに実装させた場合、素子間隔が $200\mu\text{m}$ と高密度実装でありながらも、10時間後の劣化はほとんど観測できなかった。このときの熱密度は約 $5\text{Watt}/\text{mm}^2$ であるが、 5Watt を超える光出力が得られた。

【産業上の利用可能性】

【0049】

本発明は、半導体発光素子や半導体受光素子、又は半導体デバイス等の発熱体を形成したヒートシンク、並びにこれを備えた半導体装置として用いることができる。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明のヒートシンクの構成を説明する模式的断面図である。

【図2】本発明の発光装置を説明する模式的斜視図である。

【図3】本発明のヒートシンクの循環冷却媒体経路と電気的接続経路を説明する模式的断面図である。

【図4】本発明の板状部材の一例を説明する模式的斜視図である。

【図5】本発明の板状部材の一例を説明する模式的斜視図である。

【図6】本発明の実施形態により構成されるLED光源のユニットモジュール光源装置を説明する図である。

【図7】本発明の実施形態により構成されるLED光源のユニットモジュール光源装置を説明する図である。

【図8】本発明の実施形態により構成されるLED光源の超高出力化モジュール光源装置を説明する図である。

【図9】本発明の実施形態により構成されるLED光源の超高出力化モジュール光源装置を説明する図である。

【図10】本発明の実施形態によってなされた能動的冷却手段によるLED素子のIL特性と、受動的冷却手段によるLED素子のIL特性の相対比較を示す図である。

【図11】本発明の実施形態によって高輝度化されたLED光源のIL特性である。

【図12】本発明の実施形態によって高輝度化されたLED光源のCW-ACC駆動試験と、受動的冷却手段によるLED1素子のCW-ACC駆動試験から予測される劣化曲線との比較を示す図である。

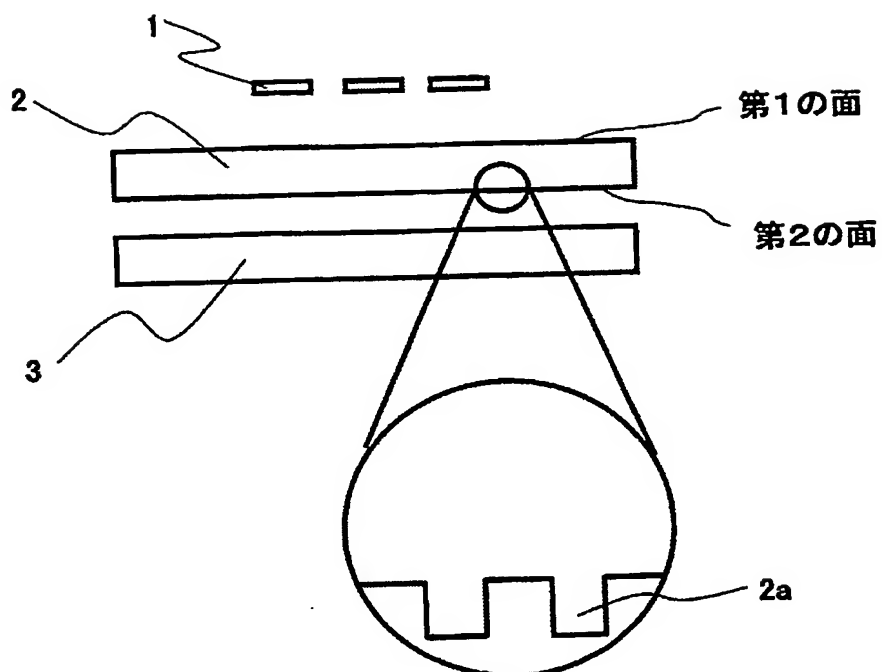
【図13】本発明の実施形態によって高輝度化されたLED光源のCW-ACC駆動試験と、受動的冷却手段によるLED1素子のCW-ACC駆動試験から予測される劣化曲線との比較を示す図である。

【符号の説明】

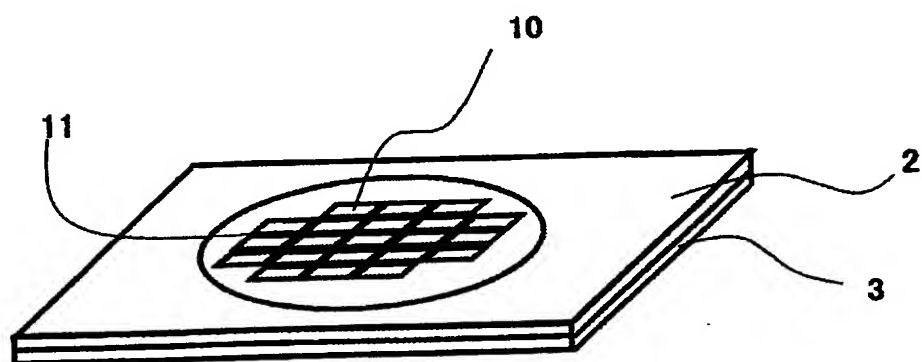
【0051】

- 1、10・・・発熱体
- 2・・・第1の板状部材
- 3・・・第2の板状部材

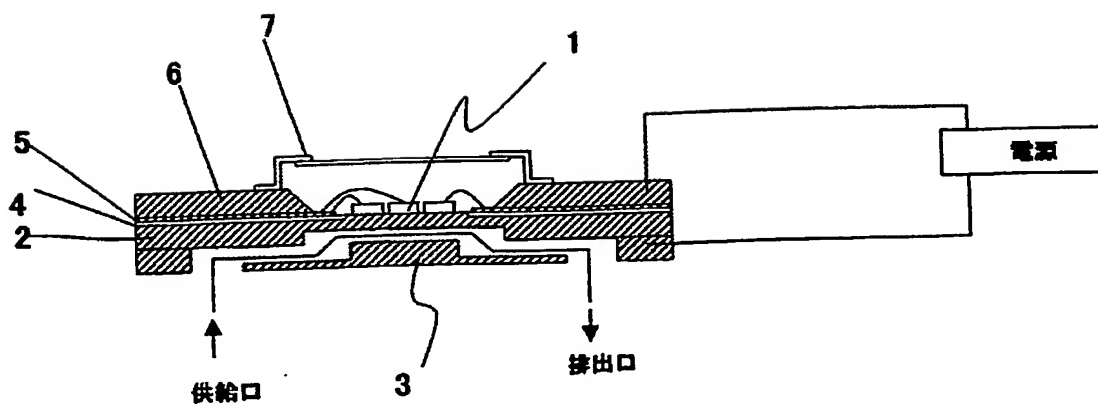
【書類名】 図面
【図 1】



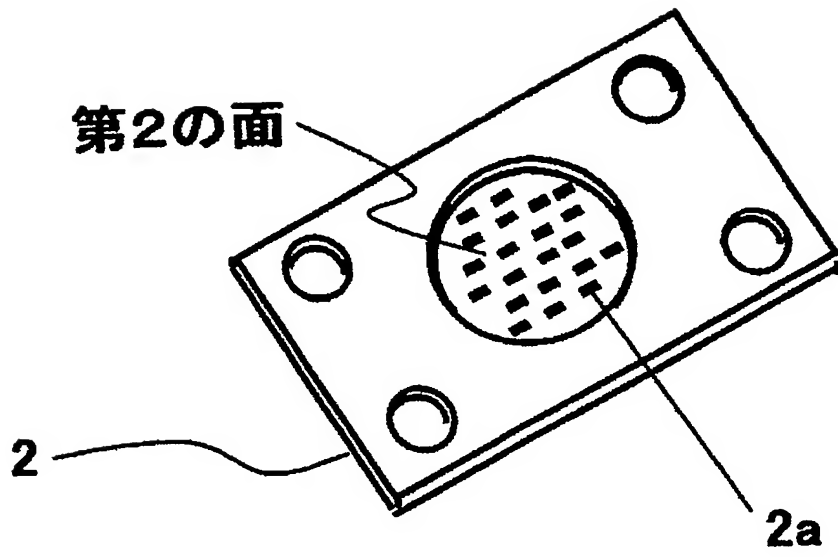
【図 2】



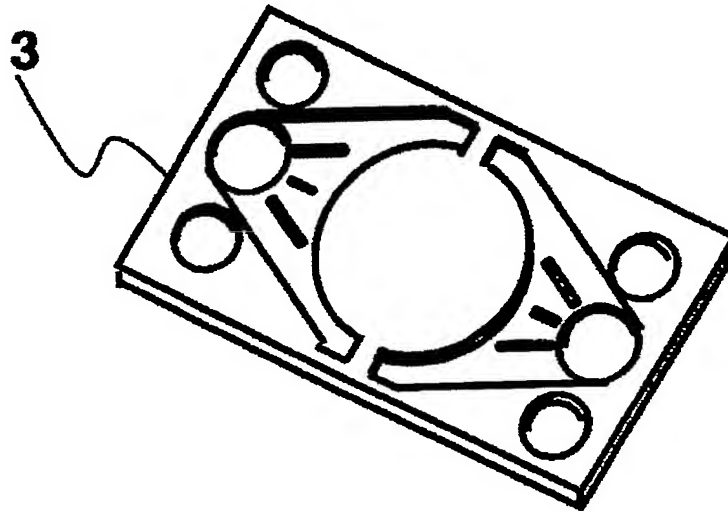
【図 3】



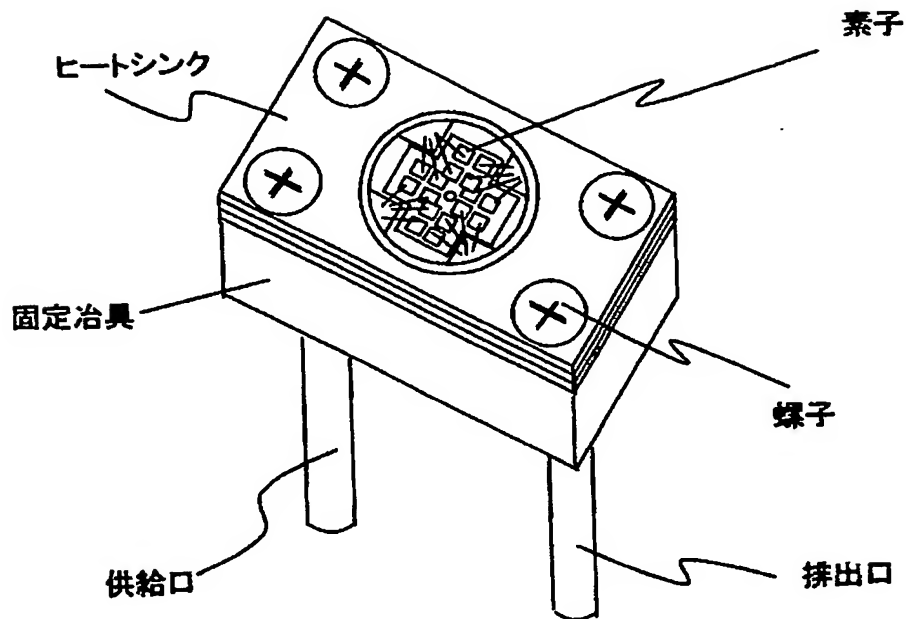
【図 4】



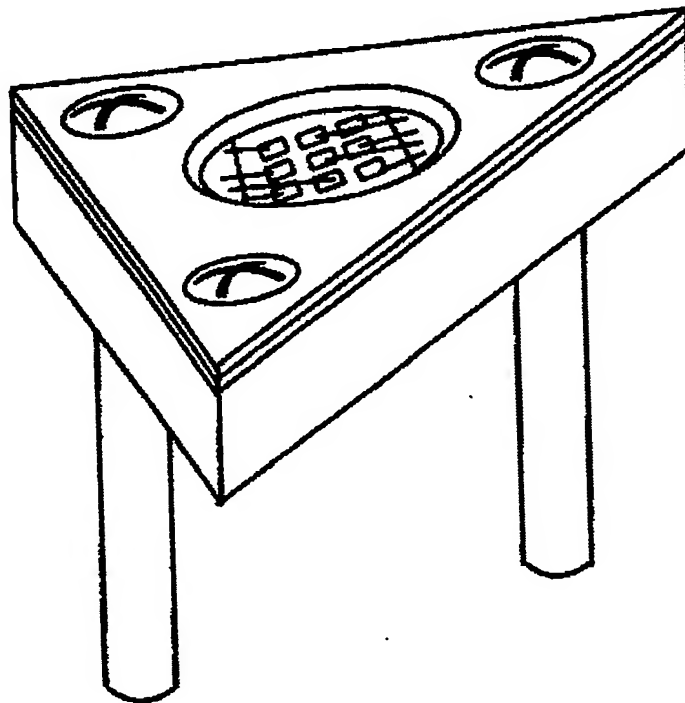
【図 5】



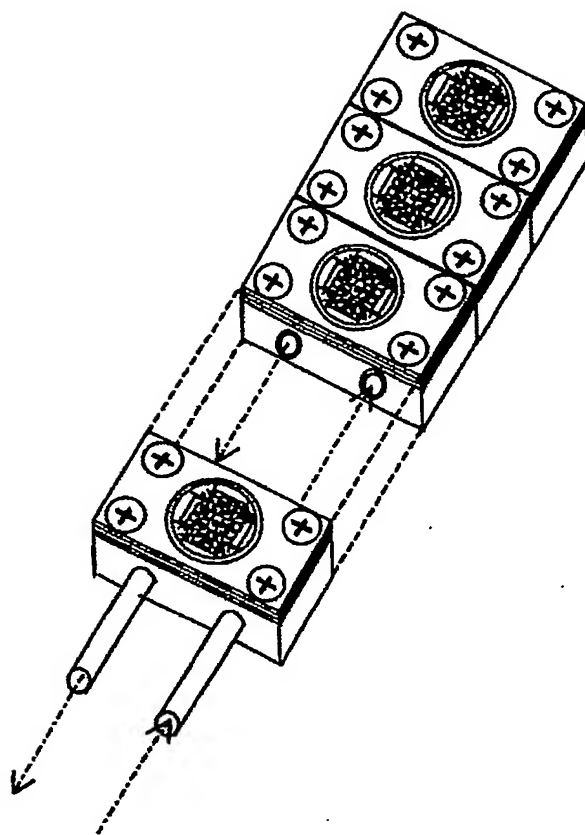
【図 6】



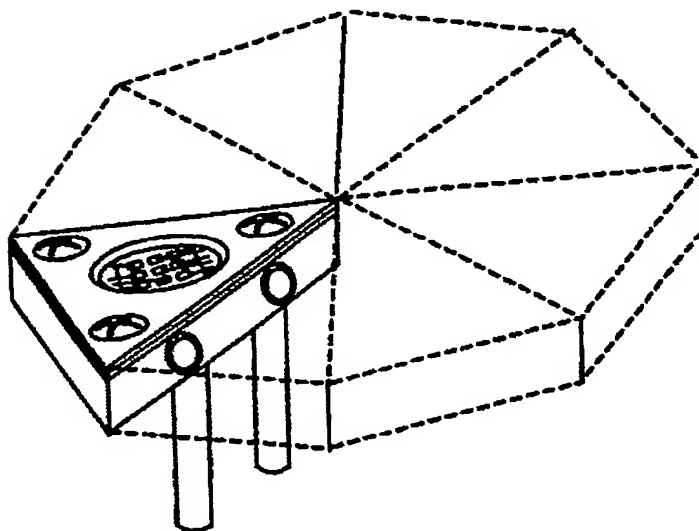
【図 7】



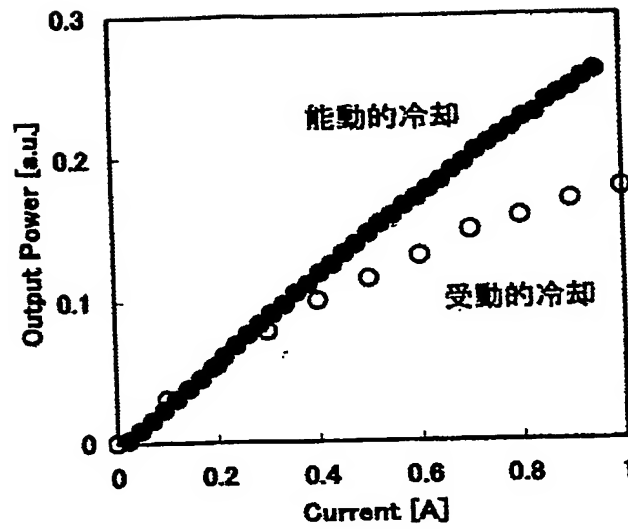
【図 8】



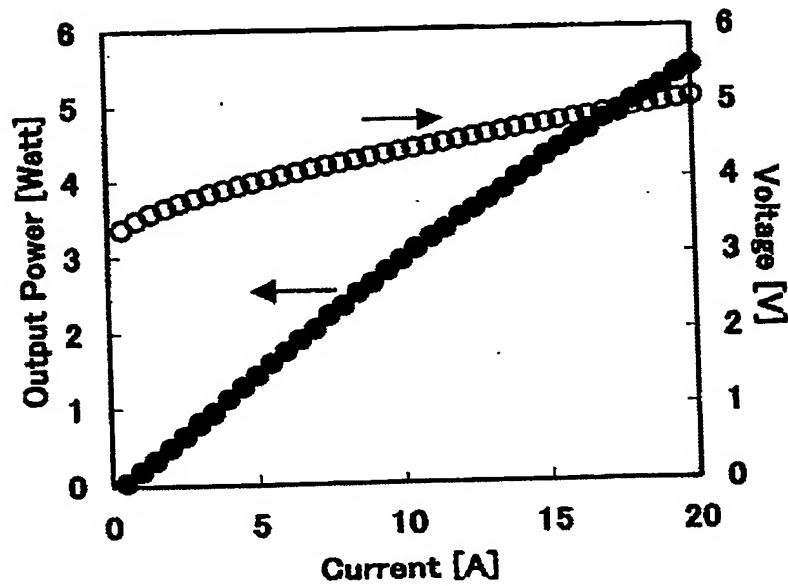
【図 9】



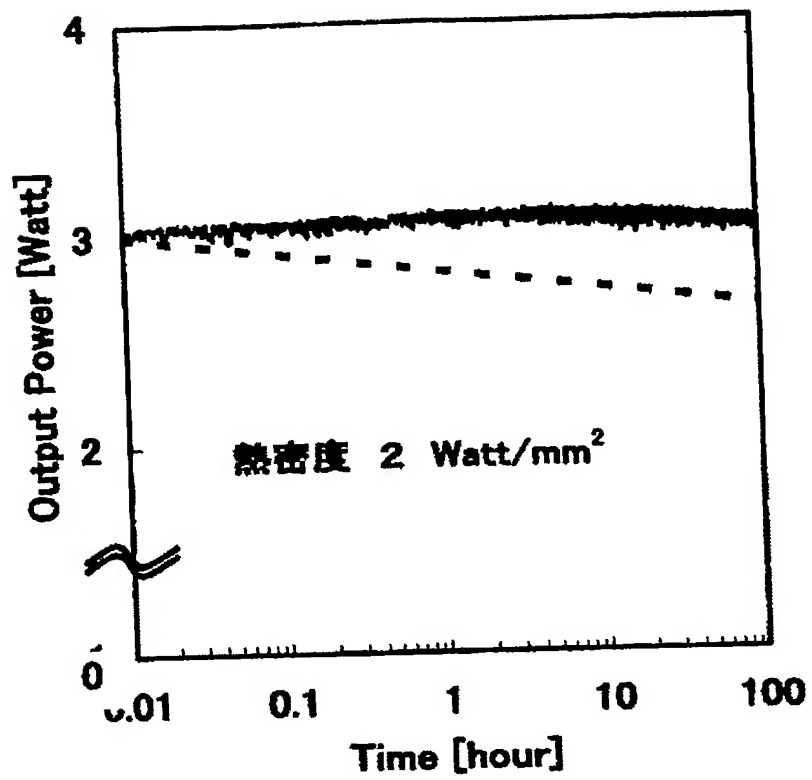
【図 10】



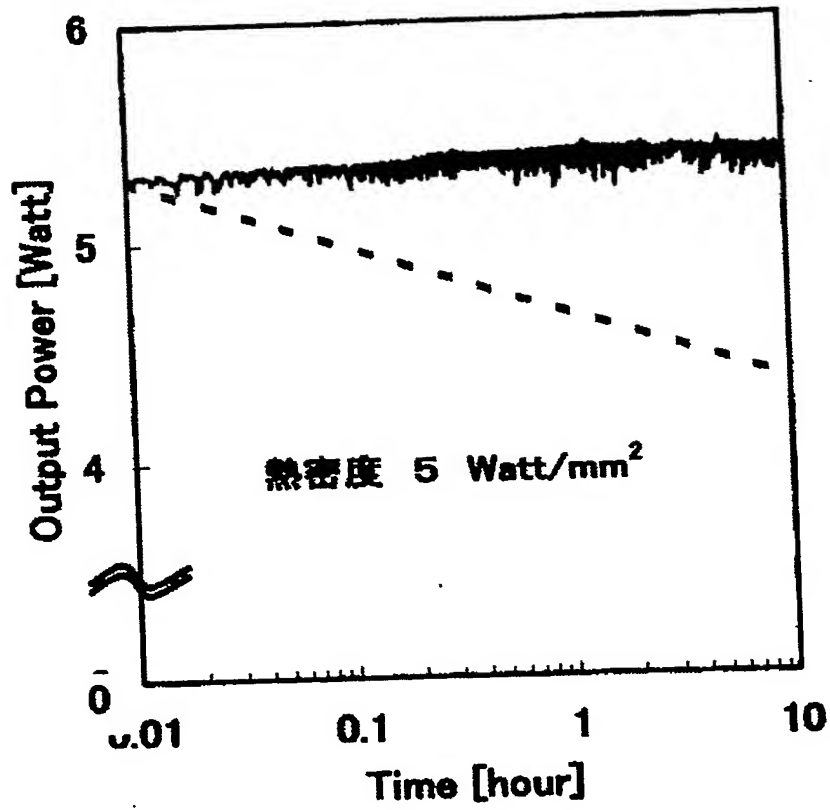
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 半導体発光素子や半導体受光素子、又は半導体デバイス等の発熱体の放熱に用いられるヒートシンク、並びにこれを備えた半導体装置を提供する。

【解決手段】 発熱体が熱的に接続される第1の面を有する第1の板状部材と、該第1の板状部材の第2の面と接続される第2の板状部材とから成る積層板状部材に、流体が供給される供給口と、該供給口と連通し流体が排出される排出口とを備えたヒートシンクにおいて、前記第1の板状部材の第2の面には凹凸を有する。前記凹凸は、発熱体の接続領域に対向した第2の面に有する。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-355399
受付番号	50301713896
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年10月16日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成15年10月15日

特願 2 0 0 3 - 3 5 5 3 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 2 6 0 5 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0

氏 名

日亜化学工業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/015259

International filing date: 15 October 2004 (15.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2003-355399
Filing date: 15 October 2003 (15.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.